

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Kajian Teori

1. *Training Kit*

a. Pengertian *Training Kit*

Training Kit atau *Trainer Kit* adalah serangkaian media pembelajaran yang terdiri dari perangkat atau alat peraga dan modul praktikum yang digunakan untuk mendukung kegiatan praktikum atau pelatihan dalam bidang pendidikan. Menurut Umi Rochayati dan Suparpto (2014: 128), *Trainer* merupakan suatu set peralatan di laboratorium yang digunakan sebagai sarana praktikum. *Trainer* ditujukan untuk menunjang pembelajaran mahasiswa dalam menerapkan pengetahuan/konsep-konsep yang diperolehnya pada benda nyata, karena bisa dipakai latihan dalam memahami pekerjaan. Penggunaan *trainer* dapat membantu proses belajar mengajar dalam meningkatkan keterampilan mahasiswa dalam praktikum.

b. Fungsi *Training Kit*

Training kit dapat membantu mahasiswa dalam memahami setiap konsep yang dijelaskan melalui media visual (gambar/video) maupun tertulis/teks. Dengan adanya *training kit*, semua materi atau konsep yang masih berupa imajiner (imajinasi) dapat direalisasikan secara nyata sehingga dapat dilakukan praktik secara nyata. *Training kit* juga membantu meningkatkan keterampilan dan kreatifitas mahasiswa, karena dengan menggunakan *trainer*, mahasiswa lebih mudah mengeksplorasi dan mencoba beberapa praktikum dengan variabel-variabel yang bermacam-macam.

Selain dapat membantu mahasiswa, *training kit* juga dapat membantu pengajar (dosen) dalam menyampaikan materi dan konsep, sehingga mahasiswa dapat lebih mudah dalam memahami materi dan konsep. Dengan demikian maka proses belajar mengajar dapat berjalan dengan efektif, sehingga mahasiswa mampu memahami materi dan konsep secara optimal.

2. Media Pembelajaran

a. Pengertian Media Pembelajaran

Berdasarkan ilmu istilah kata (terminologi), kata media berasal dari bahasa Latin “*medium*” yang mempunyai arti perantara, sedangkan dalam bahasa Arab media berasal dari kata “*wassail*” artinya pengantar pesan dari pengirim kepada penerima pesan (Sumiharsono & Hasanah, 2017: 9).

Menurut Gerlach dan Ely dalam Sumiharsono & Hasanah (2017: 9) mengemukakan bahwa media belajar merupakan alat-alat grafis, fotografis atau elektronis untuk menangkap, memproses, dan menyusun kembali informasi visual atau verbal. Menurut Heinich, dkk dalam Sumiharsono & Hasanah (2017: 9) mengemukakan bahwa media pembelajaran merupakan pembawa pesan-pesan atau informasi yang bertujuan pembelajaran atau mengandung maksud-maksud pembelajaran. Menurut Martin dan Briggs dalam Sumiharsono & Hasanah (2017: 9–10) mengemukakan bahwa media pembelajaran mencakup semua sumber yang diperlukan untuk melakukan komunikasi dengan pembelajar. Hal ini bisa berupa perangkat keras dan perangkat lunak yang digunakan pada perangkat keras. Menurut H. Malik dalam Sumiharsono & Hasanah (2017: 10) mengemukakan bahwa media belajar adalah segala sesuatu yang dapat digunakan untuk

menyalurkan pesan (bahan pembelajaran), sehingga dapat merangsang perhatian, minat, pikiran dan perasaan pembelajar dalam kegiatan belajar untuk mencapai tujuan pembelajaran tertentu.

Dari beberapa pengertian tersebut di atas, dapat ditarik kesimpulan bahwa media pembelajaran adalah sebuah alat atau perangkat berupa fisik yang digunakan untuk menyampaikan pesan berupa pembelajaran antara penyampai pesan (pendidik) kepada penerima pesan (peserta didik) dalam proses belajar mengajar demi tercapainya tujuan-tujuan pembelajaran.

b. Fungsi Media Pembelajaran

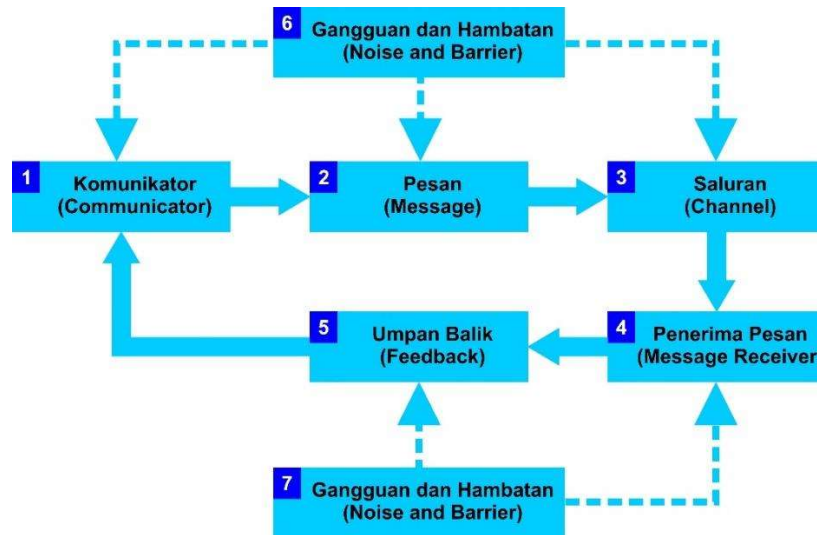
Dalam proses belajar mengajar (menyampaikan pesan) terjadi proses interaksi, hal ini menunjukkan bahwa proses belajar mengajar merupakan proses komunikasi. Komunikasi terjadi antara pendidik (penyampai pesan) dengan peserta didik (penerima pesan). Menurut Kemp dalam Susilana & Riyana (2009: 2) menggambarkan proses komunikasi seperti pada gambar 1.



Gambar 1. Proses Komunikasi (Susilana & Riyana, 2009: 2)

Pesan yang dikirim pada umumnya berupa informasi dari pengirim atau sumber pesan yang diubah dalam bentuk sandi-sandi berupa kata-kata (verbal), bunyi-bunyi (audio), gambar (visual) dan sebagainya. Pesan tersebut dikirimkan melalui sebuah kanal/saluran yang berfungsi sebagai media penyampai pesan seperti radio, televisi, OHP, *film projector* dan sebagainya. Pesan tersebut diterima oleh penerima pesan melalui indera (mata dan telinga) kemudian diolah untuk

diterjemahkan sehingga pesan yang dikirimkan dapat dipahami dan diterima oleh penerima pesan. Proses komunikasi secara lengkap ditunjukkan pada gambar 2.



Gambar 2. Proses Komunikasi Secara Lengkap (Susilana & Riyana, 2009: 2)

Gambar 2 menunjukkan bahwa komunikasi merupakan sebuah sistem yang terdiri dari beberapa komponen diantaranya komunikator, saluran (*channel*), komunikan (penerima pesan), umpan balik (*feedback*), serta gangguan dan hambatan (*noise and barrier*). Pesan yang disampaikan oleh komunikator diteruskan melalui saluran (*channel*) sampai ke komunikan/penerima pesan. Dipahami dan tidaknya sebuah pesan oleh komunikan/penerima pesan tergantung dari umpan balik (*feedback*) yang diberikan oleh komunikan/penerima pesan. Umpan balik (*feedback*) positif menunjukkan bahwa pesan dapat dipahami dengan baik oleh komunikan/penerima pesan, sebaliknya jika umpan balik (*feedback*) negatif menunjukkan bahwa pesan tidak dapat dipahami dengan baik oleh komunikan/penerima pesan. Salah satu penyebab pesan tidak bisa tersampaikan dengan baik yaitu adanya gangguan dan hambatan (*noise and barrier*). Gangguan

dan hambatan (*noise and barrier*) dapat terjadi pada semua komponen sistem komunikasi, baik komunikator maupun komunikan.

Menurut Ishak dalam Susilana & Riyana (2009: 3) selain faktor-faktor tersebut, juga terdapat faktor yang dapat mempengaruhi efektivitas sebuah komunikasi diantaranya:

- 1) Kemampuan berkomunikasi penyampai pesan seperti kemampuan bertutur, berbahasa dan kemampuan menulis. Sedangkan faktor dari penerima pesan diantaranya kemampuan untuk menerima dan menangkap pesan seperti mendengar, melihat dan menginterpretasikan pesan.
- 2) Sikap dan pandangan penyampai pesan kepada penerima pesan.
- 3) Tingkat pengetahuan baik penerima maupun penyampai pesan.
- 4) Latar belakang sosial budaya dan ekonomi penyampai pesan serta penerima pesan. Ketanggapan penerima pesan dalam merespon informasi tergantung dari siapa dan oleh siapa pesan tersebut disampaikan.

Berdasarkan penjelasan di atas, menunjukkan bahwa media merupakan dari proses komunikasi. Baik buruknya sebuah komunikasi ditunjang oleh penggunaan saluran (*channel*) dalam proses komunikasi. Saluran (*channel*) yang dimaksud di atas adalah media, karena pada dasarnya pembelajaran merupakan proses komunikasi, maka dari itu media yang dimaksud adalah media pembelajaran.

Menurut Susilana & Riyana (2009: 9) secara umum media pembelajaran mempunyai fungsi sebagai berikut:

- 1) Memperjelas pesan agar tidak terlalu verbalistik.

- 2) Mengatasi keterbatasan ruang, waktu, tenaga dan daya indera.
- 3) Menimbulkan gairah belajar, interaksi lebih langsung antara murid dengan sumber belajar.
- 4) Memungkinkan anak belajar mandiri sesuai dengan bakat dan kemampuan visual, auditori dan kinestetiknya.
- 5) Memberi rangsangan yang sama, mempersamakan pengalaman & menimbulkan persepsi yang sama.

Menurut Kemp dan Dayton dalam Susilana & Riyana (2009: 9) media pembelajaran mempunyai kontribusi sebagai berikut:

- 1) Penyampaian pesan pembelajaran dapat lebih terstandar.
- 2) Pembelajaran dapat lebih menarik.
- 3) Pembelajaran menjadi lebih interaktif dengan menerapkan teori belajar.
- 4) Waktu pelaksanaan pembelajaran dapat diperpendek.
- 5) Kualitas pembelajaran dapat ditingkatkan.
- 6) Proses pembelajaran dapat berlangsung kapanpun dan dimanapun.
- 7) Sikap positif siswa terhadap materi pembelajaran.
- 8) Pesan guru berubah ke arah yang positif.

Berdasarkan uraian di atas dapat diambil kesimpulan bahwa secara praktis media pembelajaran mempunyai fungsi sebagai berikut:

- 1) Mempermudah pendidik (dosen/guru) dalam menyampaikan materi pembelajaran.
- 2) Mempermudah peserta didik dalam menerima dan memahami materi pembelajaran yang disampaikan oleh pendidik.

- 3) Media pembelajaran yang variatif dan menarik dapat meningkatkan semangat belajar peserta didik.
- 4) Media pembelajaran yang interaktif secara tidak langsung dapat meningkatkan kompetensi (*skill*) dan kemampuan psikomotorik peserta didik.

c. Kriteria Media Pembelajaran

Menurut Susilana & Riyana (2009: 209–212) Media pembelajaran yang baik harus memiliki kriteria sebagai berikut:

- 1) Mudah digunakan, media pembelajaran harus mudah digunakan oleh pemakai.
- 2) Substansi yang ada pada media pembelajaran harus sesuai dengan tujuan pembelajaran, agar dapat dimanfaatkan dan diaplikasikan secara komprehensif dalam proses pembelajaran.
- 3) Media pembelajaran harus didesain sedemikian rupa agar mudah dalam perawatan dan perbaikan jika terjadi kerusakan.
- 4) Media pembelajaran yang berupa *training kit* harus disertai buku panduan penggunaan, perawatan, dan perbaikan.

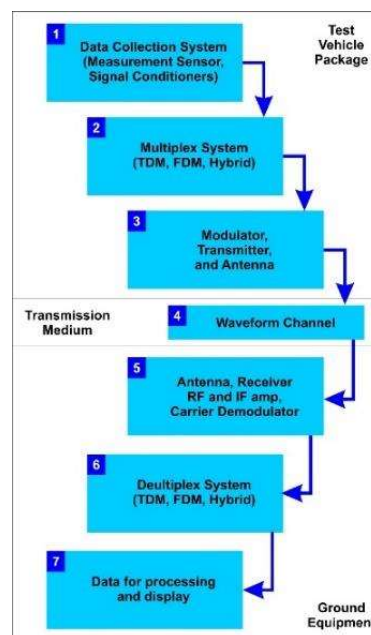
3. Telemetri

Menurut Marcelo M., dkk dalam Krejcar (2011: 3) telemetri adalah teknologi yang memungkinkan untuk melakukan pengukuran dan pemantauan data jarak jauh. Telemetri biasanya mengarah pada informasi satu arah, yaitu dari sensor ke sistem data *logger*. Telemetri juga dapat didefinisikan sebagai sub bidang telekomunikasi. Istilah telemetri biasanya mengacu pada mekanisme transfer data nirkabel (*wireless*), namun sebenarnya telemetri juga mencakup data yang ditransfer melalui media lain seperti jaringan telepon, jaringan komputer, serat

optik dan komunikasi kabel lainnya. Telemetri banyak diaplikasikan pada bidang kedirgantaraan, otomotif, teknik, manufaktur, industri, medis, militer dan lain-lain. Menurut Heri Susanto, dkk. (2013: 2) Telemetri adalah proses pengukuran parameter suatu obyek (benda, ruang, kondisi alam) yang hasil pengukurannya dikirimkan ke tempat lain melalui proses pengiriman data baik dengan menggunakan kabel ataupun tanpa kabel (*wireless*).

Berdasarkan pemaparan berbagai ahli di atas, dapat disimpulkan bahwa telemetri adalah sebuah sistem komunikasi satu arah yang memungkinkan dilakukan proses pengukuran parameter-parameter dari suatu obyek dengan menggunakan sensor elektronik kemudian hasilnya diolah dan dikirimkan ke stasiun penerima sebagai penyimpan dan penampil data hasil pengukuran.

Menurut Frank Carden, dkk. (2002: 2–3) di dalam sistem telemetri, terdapat 7 sub sistem sebagai komponen penyusun, sub sistem tersebut dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. *Telemetry Sistem Overview* (Carden et al., 2002: 2)

a. Sistem pengumpul data (sensor dan pengkondisi sinyal)

Pada sistem pengumpul data ini, terdiri dari sensor atau transduser yang mengubah variabel fisik menjadi sinyal listrik. Sinyal yang didapat dari sensor pada umumnya masih lemah dan perlu pengkondisi sinyal agar sinyal yang diperoleh dapat diolah ke tahap selanjutnya.

b. Sistem *Multiplexer*

Setelah melalui proses pengkondisi sinyal, data informasi akan masuk ke sistem multiplexer, jika terdapat beberapa sensor yang digunakan maka data tersebut akan dipisahkan untuk ditampung sementara sebelum dikirimkan. Proses pemisahan ini terdapat beberapa metode, metode yang pertama adalah *Frequency Division Multiplexer* (FDM) pada metode ini, data akan dipisahkan menurut frekuensi yang berbeda. Metode yang ke dua adalah *Time Division Multiplexer* (TDM) pada metode ini data akan dipisahkan menurut domain waktu yang berbeda. Metode yang ke tiga adalah *Hybrid Multiplexer*, metode ini adalah gabungan dari *Frequency Division Multiplexer* (FDM) dan *Time Division Multiplexer* (TDM), sehingga data akan dipisahkan menurut frekuensi dan waktu yang berbeda.

c. *Modulator*, pengirim (*transmitter*) dan antena

Data yang telah dipisahkan menurut domain waktu ataupun frekuensi akan digabungkan dengan frekuensi tinggi yang akan membawa data informasi ke perangkat penerima (*receiver*), proses ini disebut proses modulasi. Setelah melalui tahap modulasi, data informasi akan menjadi satu dengan sinyal pembawa (*carrier signal*) yang akan dipancarkan oleh pemancar dengan antena sebagai penyebar sinyal pancaran.

d. Saluran transmisi (*transmission channel*)

Sinyal pancaran akan melalui media transmisi sehingga dapat sampai dan ditangkap oleh antena penerima. Salah satu media transmisi sinyal elektromagnetik yaitu udara.

e. Antena, penerima radio, pemilih frekuensi antara (*intermediate frequency*)

Pada sub sistem ini, terdapat antena penerima untuk menerima sinyal pancaran dari perangkat pengirim (*transmitter*). Selanjutnya sinyal pancaran akan difilter dengan metode frekuensi antara (*intermediate frequency*) yang akan memisahkan sinyal pembawa (*carrier signal*) dengan sinyal informasi.

f. Sistem *demultiplexer*

Setelah sinyal informasi terpisah dari sinyal pembawa (*carrier signal*), tahap selanjutnya yaitu melakukan *demultiplexer* atau pemisahan kembali data-data sensor menurut teknik *multiplexer* yang telah dilakukan sebelumnya (FDM, TDM atau *Hybrid*). Tujuan dilakukannya *demultiplexer* yaitu agar data informasi dapat melalui saluran data yang benar untuk selanjutnya masuk ke tahap pengolahan.

g. Pengolah & penampil data

Pada tahap ini, sinyal informasi akan diolah dengan berbagai metode untuk dapat ditampilkan dan direkam. Sehingga pada tahap ini data hasil akuisisi akan dapat dilihat dan disimpan untuk membantu pengambilan keputusan atau tindakan.

4. Mata Kuliah Telemetri

Mata kuliah Telemetri merupakan mata kuliah yang diselenggarakan oleh Jurusan Pendidikan Teknik Elektronika dan Informatika, Fakultas Teknik,

Universitas Negeri Yogyakarta pada Program Studi Teknik Elektronika (D3). Mata kuliah Telemetry terdapat pada paket mata kuliah di Semester 5 dengan jumlah 3 SKS yaitu 2 SKS teori dengan kode EKA5241 dan 1 SKS praktik dengan kode EKA5142 (Fakultas Teknik UNY, 2015: 97).

Pada mata kuliah teori membahas tentang dasar-dasar telemetry (pengertian, arsitektur, dan manfaat telemetry), standar IRIG dalam telemetry, macam-macam sensor dan transduser, akuisisi data (ADC-DAC dan antarmuka), pengolah sinyal (prosesor), modulasi/demodulasi dan komunikasi data, perangkat *transceiver*, sistem transmisi analog dan digital (*on-wire*, *wireless* dan optik), antena, dan sistem telemetry berbasis TCP/IP (Fakultas Teknik UNY, 2015: 116).

Sedangkan pada mata kuliah praktik mempraktikkan dasar-dasar telemetry, pengamatan karakteristik berbagai macam sensor (analog), rangkaian pengkondisi sinyal, sistem pemroses sinyal, modulasi analog, sistem pemancar penerima, sistem transmisi dan antena, tampilan hasil pengukuran, akuisisi data (ADC-DAC), antarmuka mikrokontroler/ mikroprosesor, pemrosesan sinyal dan modulasi/demodulasi digital, sistem transmisi analog/digital, tampilan digital, dan contoh aplikasi jaringan berbasis TCP/IP untuk telemetry (Fakultas Teknik UNY, 2015: 117).

5. LoRa SX1278

a. Pengertian LoRa

Menurut website resmi Semtech Corporation, LoRa (singkatan dari *Long Range*) adalah teknik modulasi *spread spectrum* yang berasal dari teknologi *chirp spread spectrum* (CSS). Teknologi LoRa adalah platform teknologi nirkabel

berdaya rendah dengan kemampuan komunikasi jarak jauh yang secara de facto telah menjadi teknologi untuk jaringan Internet of Things (IoT) di seluruh dunia (Semtech Corporation, 2015).

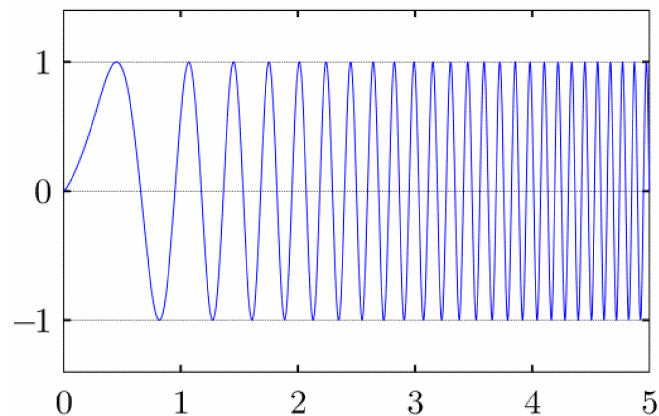
Menurut Seneviratne (2019: 1) LoRa merupakan sistem modulasi yang dipatenkan oleh Semtech yang berbasis pada modulasi *chirp spread spectrum* (CSS). LoRa memberikan fitur komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah, kecepatan data rendah dengan transmisi data yang aman. LoRa dapat digunakan untuk jaringan publik maupun pribadi yang memungkinkan melakukan komunikasi dengan jangkauan yang lebih jauh daripada jaringan seluler. Teknologi LoRa dapat dengan mudah diintegrasikan dengan aplikasi *Internet of Things* (IoT) berbiaya rendah dengan menggunakan baterai sebagai sumber daya (Seneviratne, 2019: 2).

Berdasarkan penjelasan di atas dapat ditarik kesimpulan bahwa LoRa adalah teknologi sistem modulasi dari Semtech Corporation dengan berbasis pada sistem modulasi *chirp spread spectrum* (CSS) yang memungkinkan komunikasi jarak jauh dengan konsumsi daya yang rendah dan transmisi data yang aman.

b. Modulasi *Chirp Spread Spectrum* (CSS)

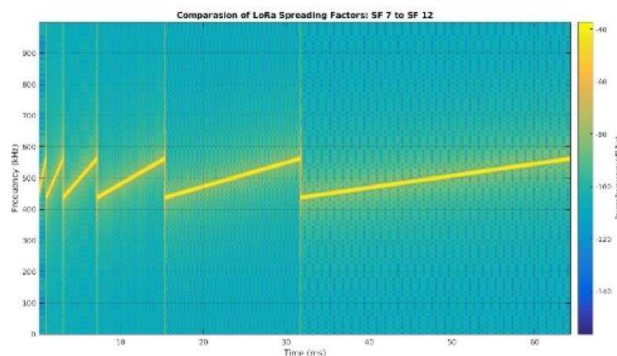
Chirp spread spectrum (CSS) dikembangkan untuk digunakan pada teknologi Radar pada tahun 1940an. Pada umumnya *chirp spread spectrum* (CSS) digunakan pada teknologi komunikasi militer dan badan keamanan. Pada dua puluh tahun terakhir, teknik modulasi ini mulai digunakan pada sejumlah teknologi komunikasi data karena kebutuhan daya transmisi yang relatif rendah, interferensi gangguan yang rendah serta keamanan data yang baik (Semtech, 2015: 9).

CHIRP sendiri merupakan akronim dari *Compressed High Intensity Radar Pulse* yang merupakan teknologi modulasi yang digunakan pada RADAR (*Radio Detection and Ranging*). CHIRP merupakan meningkatnya frekuensi sinyal (*Up-Chirp*) atau menurunnya frekuensi sinyal (*Down-Chirp*) terhadap waktu. Gambar 4 merupakan contoh bentuk frekuensi sinyal *Up-Chirp*.



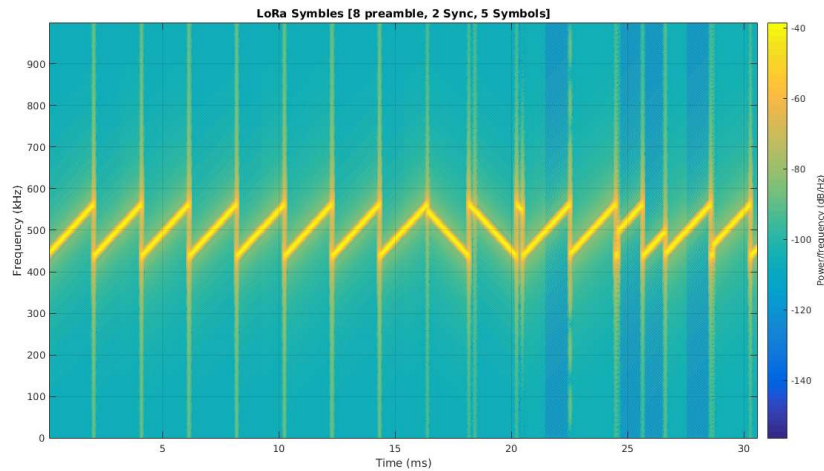
Gambar 4. Sinyal *Up-Chirp* (Yunus, 2018)

Jika sinyal pada gambar 4 digambarkan pada *Spectrogram Chirp* dengan frekuensi tetap, akan tetapi *Spreading Factor* (SF) pada *Chirp* divariasikan dari SF7 hingga SF12, maka akan berubah seperti pada gambar 5.



Gambar 5. Komparasi LoRa *Spreading Factor* (SF) (Yunus, 2018)

Gambar 6 merupakan spectrogram dari LoRa *physical layer* yang memuat 8 *preamble symbol*, 2 *synchronization symbol*, dan 5 *physical payload*.



Gambar 6. LoRa *Physical Layer* (Yunus, 2018)

Keterangan:

- 8 *Chirp* pertama merupakan simbol *Up-Chirp (Preamble Symbol)* yang digunakan untuk mendeteksi LoRa *Chirp*.
- 2 *Chirp* berikutnya merupakan simbol *Down-Chirp (Synchronization Symbol)* yang digunakan untuk sinkronasi waktu.
- 5 *Chirp* selanjutnya merupakan simbol *Up-Chirp (Physical Payload)* yang digunakan untuk membawa informasi/data. (Yunus, 2018)

c. LoRa SX1278

LoRa SX1278 merupakan salah satu dari beberapa seri LoRa *Sensor Radio IC* yang diproduksi oleh Semtech Corporation. Gambar 7 merupakan komparasi dari beberapa seri LoRa *Sensor Radio IC*.

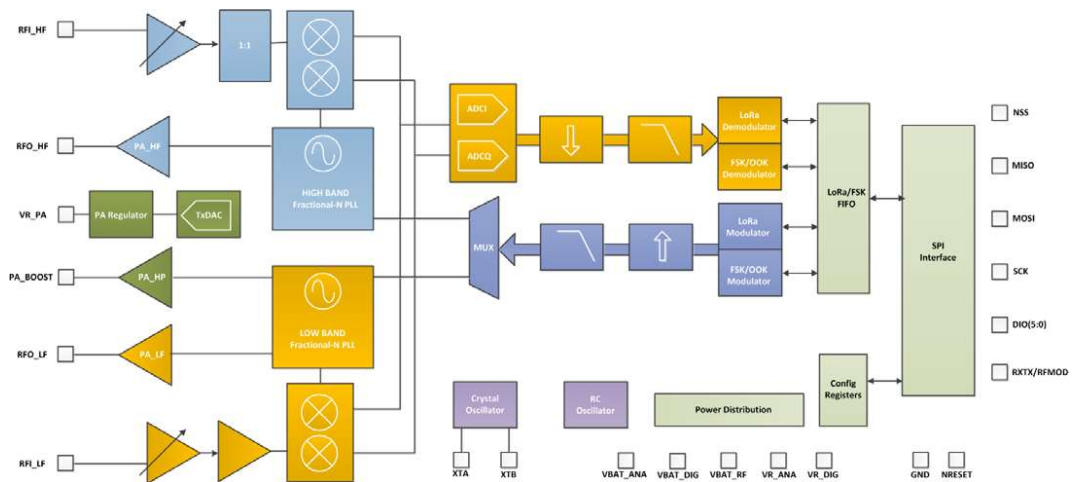


Gambar 7. Daftar Produk LoRa *Sensor Radio IC* (Semtech Corporation, 2016)

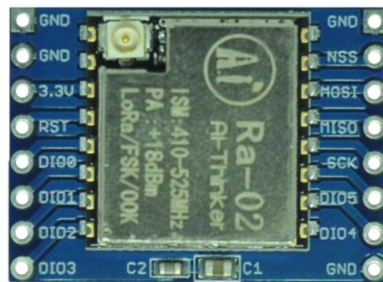
LoRa SX1278 memiliki berbagai fitur yang diproyeksikan untuk diaplikasikan sebagai *Radio Communication* pada perangkat telemetri terutama fitur *low power* dan *low RX current*. Berikut ini beberapa fitur yang terdapat pada LoRa SX1278 berdasarkan *datasheet* yang dikeluarkan oleh Semtech Corporation (Semtech Corporation, 2016).

- 1) Modem LoRa™
- 2) Maksimal *link budget* 168 dB
- 3) *RF Output* konstan +20 dBm -100 mW
- 4) *High efficiency PA* +14 dBm
- 5) *Bit rate* yang dapat diprogram hingga 300 kbps
- 6) Sensitivitas tinggi, hingga -148 dBm
- 7) Kekebalan pemblokiran yang baik (*Blocking Immunity*)
- 8) Arus transmisi pengiriman (RX) yang rendah hingga 9.9 mA dengan resistansi *register* 200 nA
- 9) *Synthesizer* yang terintegrasi dengan resolusi sebesar 61 Hz
- 10) Sistem modulasi yang dapat diprogram, mendukung sistem modulasi FSK, GFSK, MSK, GMSK, dan OOK
- 11) Pendeteksi *preamble*
- 12) RSSI (*Received Signal Strength Indicator*) yang dinamis hingga 127 dB

Gambar 8 merupakan blok diagram LoRa SX1278 sedangkan gambar 9 merupakan LoRa SX1278 versi Ai Thinker LoRa Ra-02.



Gambar 8. Blok Diagram LoRa SX1278 (Semtech Corporation, 2016)



Gambar 9. LoRa SX1278 versi Ai Thinker LoRa Ra-02

6. Komponen-komponen Pendukung

a. NodeMCU ESP8266 V.3



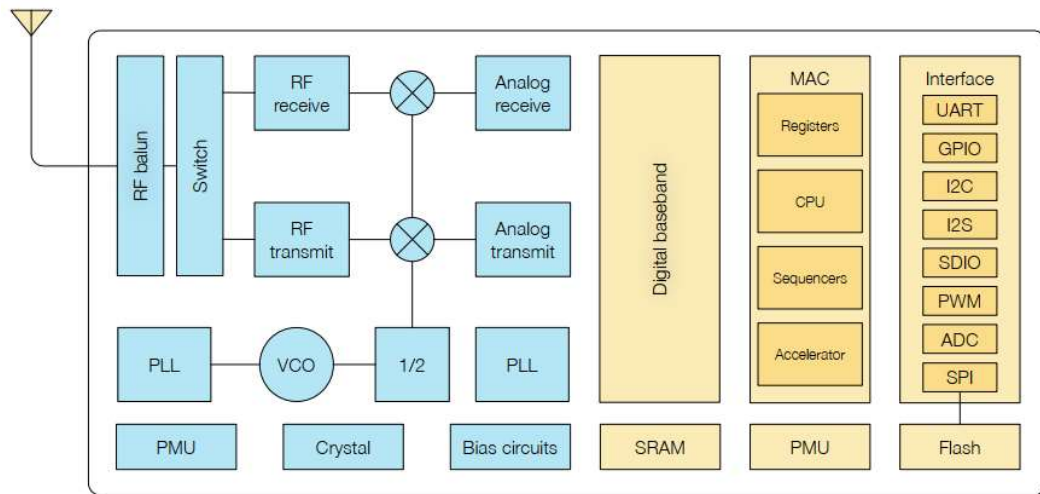
Gambar 10. NodeMCU ESP8266 V.3 (Unofficial)

NodeMCU ESP8266 adalah *development board Lua firmware* berlisensi gratis dengan *hardware* berbasis ESP8266 Wi-Fi SoC dari Espressif Systems dan menggunakan sistem file SPIFFS (*SPI Flash File System*) yang berbasis *flash*

memory modular. ESP8266 merupakan perangkat Wi-Fi SoC (*System on chip*) yang dikembangkan dan diproduksi oleh Espressif Systems Co., Ltd, sebuah perusahaan teknologi yang berbasis di Shanghai, China. Gambar 10 merupakan gambar NodeMCU ESP8266 V.3, sedangkan gambar 11 merupakan blok diagram ESP8266. Berikut ini fitur dari ESP8266:

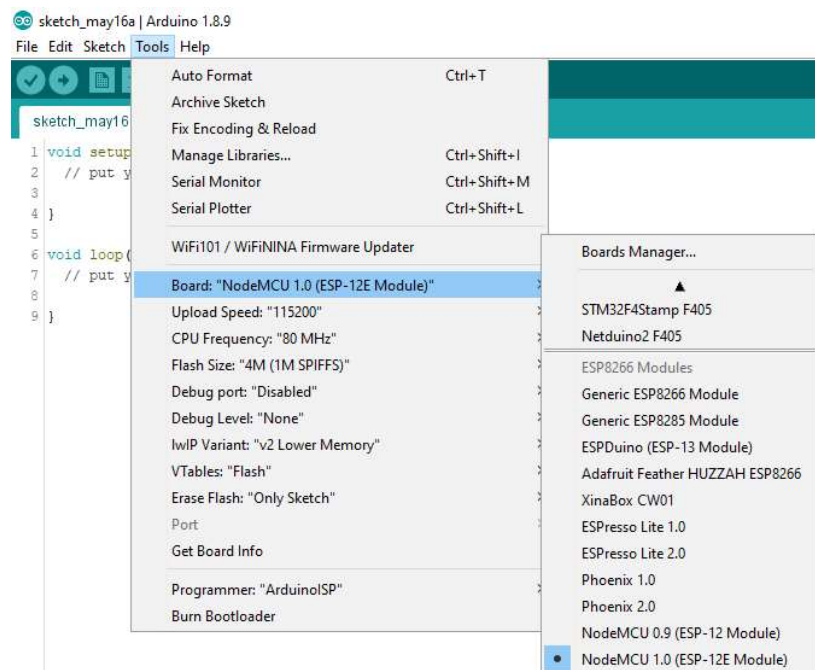
- 1) Frekuensi kerja Wi-Fi 2.4 GHz – 2.483 GHz
- 2) Tegangan kerja 2.5 Volt – 3.6 Volt
- 3) Arus kerja rata-rata 80 mA
- 4) Protokol Wi-Fi 802.11 b/g/n (HT20)
- 5) Kecepatan Transfer hingga 72.2 Mbps
- 6) Protokol Jaringan IPv4, TCP/UDP/HTTP
- 7) Keamanan Wi-Fi WPA/WPA2
- 8) Wi-Fi Mode Station/SoftAP/SoftAP+Station
- 9) Internal *Antenna (Patch PCB Antenna)*
- 10) CPU Tensilica L106 32-bit *processor*
- 11) Kecepatan *Clock* hingga 160 MHz
- 12) 80 KB RAM
- 13) Mendukung *Flash Memory* hingga 16 MB
- 14) 10 Pin GPIO
- 15) 1 Pin ADC 10-bit (*PWM Support*)
- 16) 1 *Serial Communication Interface*

(Espressif Systems, 2018).



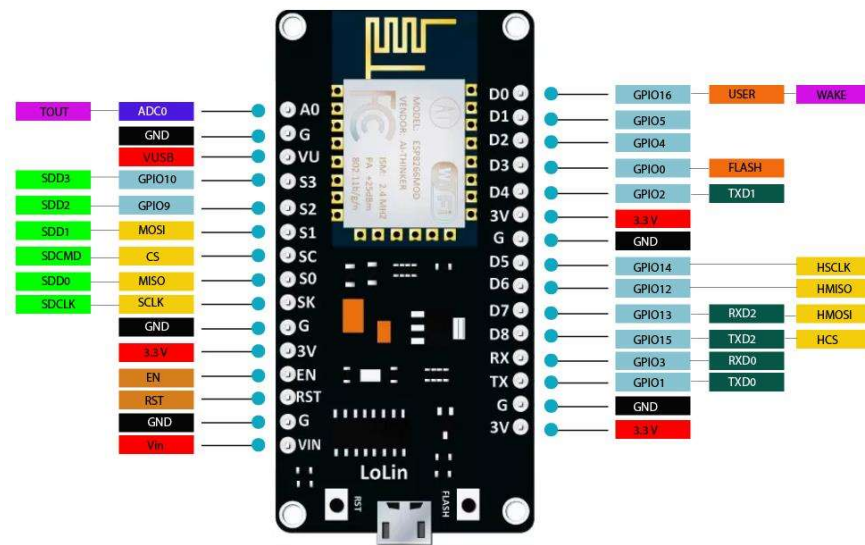
Gambar 11. Blok Diagram ESP8266 (Espressif Systems, 2018)

NodeMCU ESP8266 dapat diprogram menggunakan Arduino IDE layaknya produk Arduino pada umumnya. Untuk dapat memprogram NodeMCU ESP8266, Arduino IDE harus dilakukan pengaturan khusus berupa penambahan *hardware* ESP8266, seperti pada gambar 12.



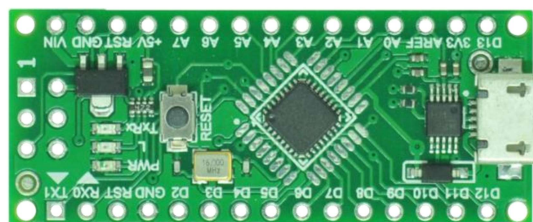
Gambar 12. Arduino IDE – NodeMCU Board

Pada proses pemrograman, sebelumnya harus dipahami terlebih dahulu konfigurasi pin yang terdapat pada NodeMCU ESP8266 V.3. Gambar 13 merupakan penjelasan mengenai pin-pin yang terpadat pada NodeMCU ESP8266 V.3



Gambar 13. Pinout NodeMCU V.3

b. Arduino Nano R3 CH340E



Gambar 14. Arduino Nano R3 CH340E *Green Edition*

Arduino Nano R3 merupakan salah satu jenis *development board* dari Arduino yang menggunakan mikrokontroler ATmega328P sebagai unit proses dan chip FTDI FT232RL sebagai *serial converter* (USB to TTL) untuk melakukan komunikasi antara *development board* dengan PC. Arduino Nano R3 merupakan *Arduino development board* yang didesain untuk digunakan pada papan percobaan

(*project board/breadboard*). Berikut ini fitur-fitur yang terdapat pada Arduino Nano R3:

- 1) Mikrokontroler ATmega328
- 2) Kecepatan *Clock* 16 MHz
- 3) 2KB SRAM
- 4) 32KB *Flash Memory*
- 5) 1 KB EEPROM
- 6) 22 Digital I/O
- 7) 6 PWM *Output*
- 8) 8 *Analog Input*
- 9) Mini USB Connector
- 10) Tegangan kerja 5 Volt
- 11) Arus kerja 19 mA (Arduino LLC, 2015).

Arduino Nano R3 juga terdapat berbagai macam produk dari pabrikasi yang berbeda-beda atau yang sering disebut dengan *Arduino Nano R3 Clone* atau *Arduino Nano R3 Compatible*. Salah satunya adalah Arduino Nano R3 CH340E *Green Edition* seperti pada gambar 14 yang diproduksi oleh Thinary Electronics, manufaktur modul elektronik asal China.

Keunggulan dari *Arduino Nano R3 Compatible* yang lainnya adalah terletak pada penggunaan IC *Serial Converter* nya yaitu menggunakan IC CH340E. IC CH340E memiliki stabilitas yang lebih baik daripada IC CH340G yang banyak digunakan untuk produk sejenis. Selain itu IC CH340E juga memiliki internal oscillator, sehingga lebih ringkas dan menghemat biaya manufaktur. Keunggulan

lainnya adalah Crystal Oscillator yang dipakai untuk clock pada ATmega328 menggunakan Xtal 4 pin yang lebih baik dan stabil dibandingkan dengan Xtal 2 pin. Selain beberapa keunggulan tersebut, fitur yang dimiliki sama dengan Arduino Nano R3 lainnya.

c. Sensor Kelembaban Tanah Kapasitif (*Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*)

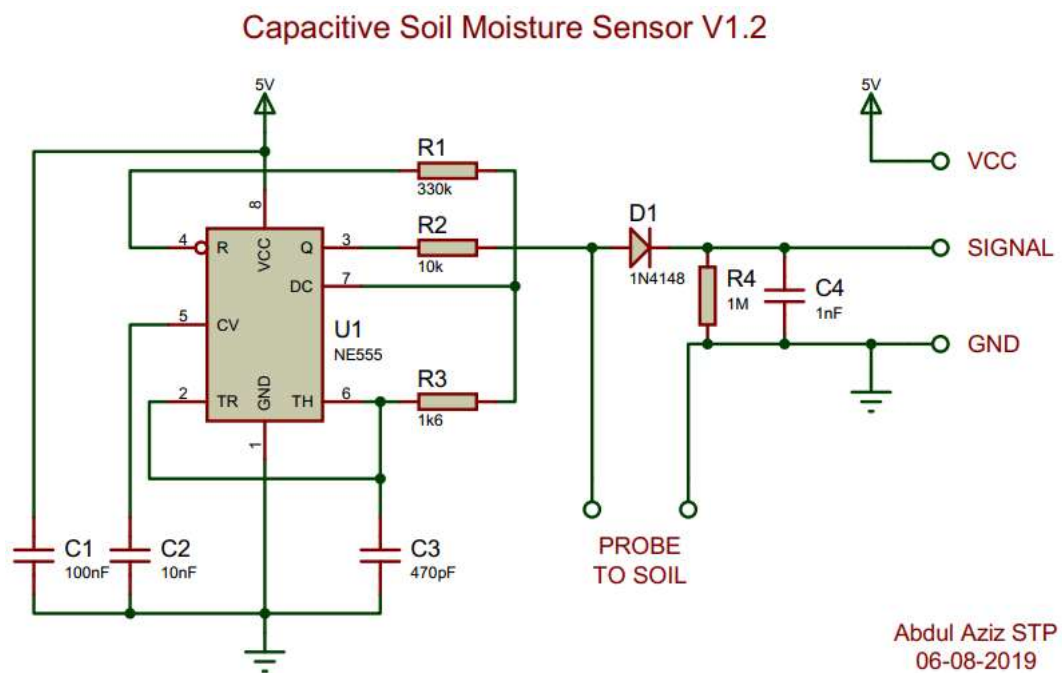


Gambar 15. *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*

Sensor kelembaban tanah atau dalam bahasa Inggris disebut *soil moisture sensor* adalah sensor yang digunakan untuk mendeteksi intensitas air (kelembaban) di dalam tanah. Pada umumnya konsep yang digunakan untuk mendeteksi kelembaban ada 2 metode, yaitu dengan nilai resistansi dan nilai kapasitif.

Sensor kelembaban tanah yang menggunakan metode resistansi bekerja dengan cara mendeteksi resistansi air yang terkandung dalam tanah. Semakin banyak tanah yang mengandung air, maka tanah tersebut akan semakin mudah menghantarkan listrik, sehingga nilai resistansinya akan semakin kecil. Sedangkan semakin sedikit tanah yang mengandung air, maka tanah tersebut akan semakin sulit menghantarkan listrik, sehingga nilai resistansinya akan semakin besar. Pada umumnya sensor ini terdiri dari 2 buah *probe* dan pengkondisi sinyal. Sensor ini memiliki keunggulan dari sisi harga yang lebih murah daripada sensor kelembaban tanah yang menggunakan metode kapasitif. Akan tetapi sensor ini memiliki kelemahan yaitu elemen pada *probe* harus terkena air yang dapat membuat elemen mudah teroksidasi dan kurang akurat.

Sensor kelembapan tanah yang menggunakan metode kapasitif bekerja dengan cara mendeteksi perubahan kapasitansi pada sensor terhadap air yang terkandung dalam tanah dengan elemen yang tanpa harus bersentuhan langsung dengan tanah. Sensor ini memiliki keunggulan lebih awet dan tahan korosi daripada sensor kelembapan tanah yang menggunakan metode resistansi. Hal ini dikarenakan elemen pada sensor tidak harus bersentuhan secara langsung dengan tanah, sehingga dapat dilapisi lapisan anti karat untuk melindungi elemen sensor dari proses perkaratan akibat oksidasi yang terjadi antara permukaan elemen dengan air pada tanah. Gambar 15 merupakan gambar *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*, sedangkan gambar 16 merupakan skema dari *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*.



Gambar 16. Skema Rangkaian *Capacitive Soil Moisture Sensor v1.2*

d. Sensor Intensitas Cahaya (GY-302)

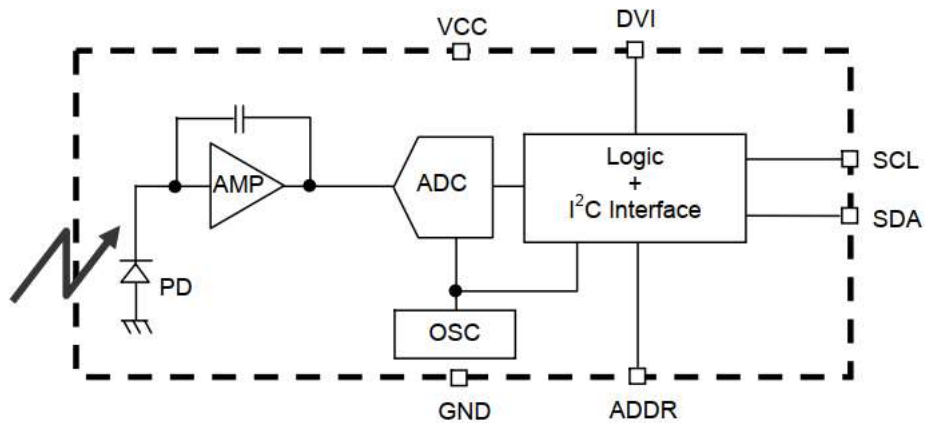


Gambar 17. Sensor Intensitas Cahaya (GY-302)

GY-302 adalah modul sensor intensitas cahaya yang berbasis IC BH1750FVI. Modul ini termasuk modul sensor digital karena menggunakan serial I²C sebagai protocol komunikasinya dengan resolusi data 16bit (1-65535 lx). Gambar fisik sensor intensitas cahaya (GY-302) dapat dilihat pada gambar 17. Blok diagram dari sensor intensitas cahaya BH1750FVI dapat dilihat pada gambar 18. Berikut ini fitur yang dimiliki oleh sensor intensitas cahaya BH1750FVI:

- 1) Menggunakan antarmuka I²C
- 2) Tegangan kerja 3.3 Volt
- 3) Arus kerja yang rendah (Max 190 μ A)
- 4) Terdapat *noise rejection* pada frekuensi 50 Hz/60 Hz
- 5) Jangkauan luas dengan resolusi yang tinggi (1 – 65535 lux)
- 6) Variasi pengukuran yang rendah (+/- 20%)
- 7) Tingkat kepekaan yang tinggi
- 8) Tahan terhadap pengaruh inframerah

(ROHM Semiconductor, 2011: 1).



Gambar 18. Blok Diagram IC BH1750FVI
(ROHM Semiconductor, 2011: 4)

Keterangan blok diagram:

- 1) PD, merupakan *Photodiode* dengan respon seperti mata manusia
- 2) AMP, merupakan integrasi dari *Operational Amplifier* (OPAMP) yang berfungsi untuk mengkonversi sinyal dari *Photodiode* menjadi tegangan.
- 3) ADC, merupakan pengubah sinyal tegangan menjadi data digital 16bit.
- 4) *Logic + I²C Interface*, merupakan pengolah data digital 16bit untuk dapat digunakan pada antarmuka I²C.
- 5) OSC, merupakan *Internal Oscillator* dengan frekuensi 320 KHz.

e. Sensor Suhu (DS18B20)



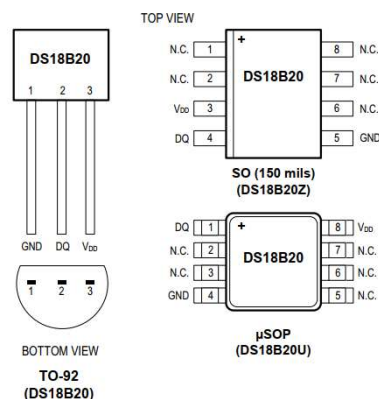
Gambar 19. Sensor Suhu DS18B20

DS18B20 merupakan salah satu sensor suhu digital produksi Maxim Integrated, Inc. yang mempunyai keunggulan dapat bekerja dengan satu jalur data (*1-Wire*) dan juga dapat bekerja dengan suplai daya dengan menggunakan jalur data (*Parasite Power*). Selain itu, pada DS18B20 juga memiliki 64bit kode unik pada setiap sensornya, sehingga memungkinkan dapat menggunakan banyak sensor dalam satu jalur data. Gambar sensor suhu digital DS18B20 dapat dilihat pada gambar 19. Berikut ini fitur yang dimiliki sensor suhu digital DS18B20:

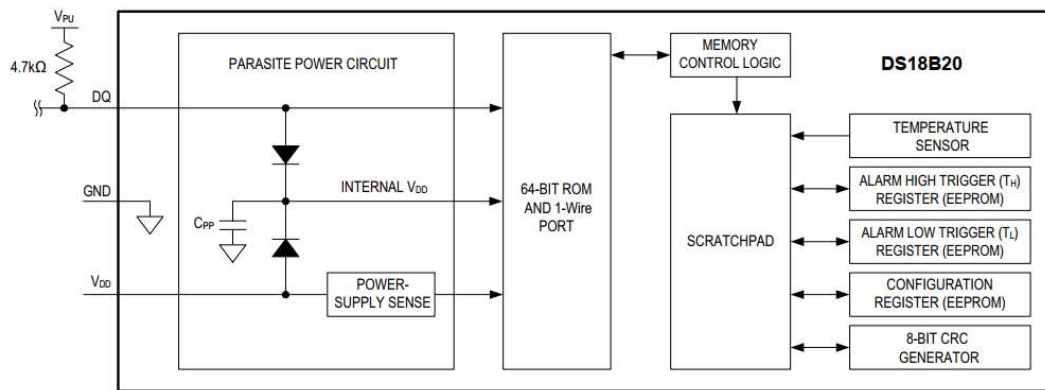
- 1) Antarmuka kabel tunggal (*1-Wire*)
- 2) Tegangan kerja 3V hingga 5.5V
- 3) Arus kerja 1.5 mA (1 μ A saat kondisi *standby*)
- 4) Jangkauan suhu -55°C hingga +125°C (-67°F - +257°F)
- 5) Dapat bekerja dengan sistem *parasite power* (hanya jalur data dan *ground*)
- 6) Terdapat 64 Bit kode unik di setiap perangkat

(Maxim Integrated, 2018: 2).

Gambar 20 merupakan *pin out* dari sensor suhu digital DS18B20 dan gambar 21 merupakan blok diagram dari sensor suhu digital DS18B20:

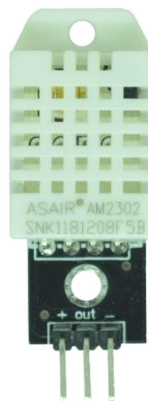


Gambar 20. *Pin Out* Sensor Suhu Digital DS18B20
(Maxim Integrated, 2018: 1)



Gambar 21. Blok Diagram Sensor Suhu Digital DS18B20
(Maxim Integrated, 2018: 5)

f. Sensor Kelembaban Udara (DHT22)



Gambar 22. Sensor Kelembaban Udara (DHT22)

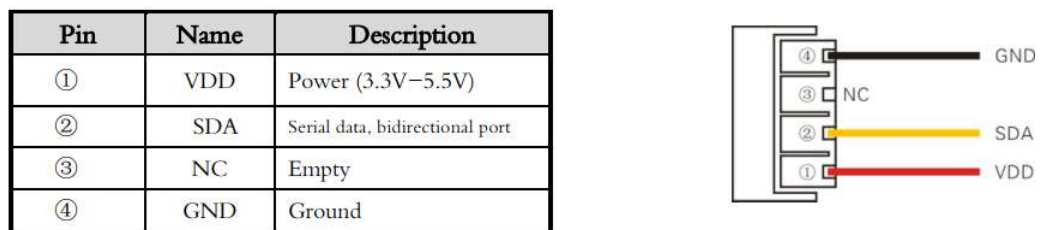
Sensor kelembaban udara DHT22 atau juga disebut dengan AM2302 adalah sensor kelembaban udara produksi Aosong Electronics Co., Ltd. yang menggunakan prinsip kerja kapasitif (*polymer capacitor*) untuk mendeteksi kelembaban udara. Selain itu, sensor ini juga dapat mendeteksi suhu hingga 80°C. Gambar sensor kelembaban udara DHT22 dapat dilihat pada gambar 22. Berikut ini fitur yang dimiliki oleh sensor kelembaban udara DHT22:

- 1) Tegangan kerja 3.3V – 5.5V
- 2) Arus kerja maksimal 500 μ A (15 μ A saat *standby*)

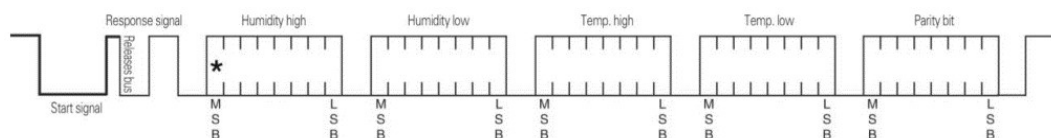
- 3) Komunikasi data digital 8bit (*single bus*)
- 4) Akurasi kelembaban +/- 2 %RH
- 5) Akurasi suhu +/- 1°C
- 6) Kalibrasi otomatis
- 7) Transmisi sinyal hingga 20 meter

(Aosong Electronics, 2013: 2).

Gambar 23 merupakan *pin out* dari sensor kelembaban udara DHT22 dan gambar 24 merupakan protokol komunikasi pada sensor kelembaban udara DHT22.



Gambar 23. *Pin Out* Sensor Kelembaban DHT22
(Aosong Electronics, 2013: 2)



Gambar 24 Protokol Komunikasi Sensor Kelembaban DHT22
(Aosong Electronics, 2013: 4)

B. Penelitian yang Relevan

Hasil penelitian yang relevan dengan penelitian yang akan dilakukan dengan berbasis R&D (*Research and Development*) diantaranya sebagai berikut:

1. Tugas Akhir Skripsi Herjuna Artanto (2018) dengan judul “*Trainer IoT berbasis ESP8266 sebagai Media Pembelajaran Mata Kuliah Komunikasi Data dan Interface di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika UNY*”. Penelitian

yang dilakukan di Program Studi Pendidikan Teknik Elektronika UNY ini menggunakan penelitian berbasis R&D dengan menggunakan prosedur pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) oleh Robert Maribe Branch. Adapun hasil penelitiannya sebagai berikut: (1) Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan media pembelajaran *Trainer* IoT berbasis ESP8266 yang tersusun dari *Trainer* IoT dan modul praktikum. (2) Hasil unjuk kerja media pembelajaran bekerja dengan baik dengan tingkat *error* sebesar 0.1%. (3) Persentase kelayakan media pembelajaran termasuk kategori sangat layak dengan hasil oleh ahli materi sebesar 85.83%, oleh ahli media sebesar 87.5% dan mahasiswa sebesar 84.25%.

2. Tugas Akhir Skripsi Rizki Surya Permana (2019) yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Sistem Mikrokontroler berbasis *Internet of Things* dengan Menggunakan WEMOS di SMK PL Leonardo Klaten”. Penelitian yang dilakukan di SMK PL Leonardo Klaten ini menggunakan penelitian berbasis R&D dengan menggunakan prosedur pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) oleh Robert Maribe Branch. Adapun hasil penelitiannya sebagai berikut: (1) Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan media pembelajaran sistem mikrokontroler berbasis IoT WEMOS berupa *hardware* dan *software*. (2) Hasil unjuk kerja media pembelajaran yang berupa *hardware* dan *software* dapat bekerja dengan baik. (3) Persentase kelayakan media pembelajaran termasuk kategori layak dengan hasil oleh ahli materi sebesar 79%, oleh ahli media sebesar 84% dan siswa sebesar 74%.

3. Tugas Akhir Skripsi Ovi Tri Hartatik (2019) yang berjudul “Pengembangan Media Pembelajaran Komunikasi Data dengan *Bluetooth* HC-05 dan Frekuensi Radio nRF24L01 pada Mata Kuliah Praktik Teknik Antarmuka di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika”. Penelitian yang dilakukan di Program Studi Pendidikan Teknik Mekatronika UNY ini menggunakan penelitian berbasis R&D dengan menggunakan prosedur pengembangan ADDIE (*Analysis, Design, Develop, Implement, and Evaluate*) oleh Robert Maribe Branch. Adapun hasil penelitiannya sebagai berikut: (1) Penelitian dan pengembangan ini menghasilkan media pembelajaran komunikasi data dengan *Bluetooth* HC-05 dan Frekuensi Radio nRF24L01 berupa *hardware* dan *software*. (2) Hasil unjuk kerja media pembelajaran bekerja dengan baik, *Bluetooth* dapat bekerja dengan baik di dalam ruangan dengan penghalang pada jarak 1-10m dan tanpa penghalang pada jarak 1-100m, sedangkan di luar ruangan dengan penghalang pada jarak 1-20m dan tanpa penghalang 1-130m. Frekuensi radio bekerja dengan baik di dalam ruangan dengan penghalang pada jarak 1-4m dan tanpa penghalang pada jarak 1-100m, sedangkan di luar ruangan dengan penghalang pada jarak 1-13m dan tanpa penghalang 1-100m. (3) Persentase kelayakan media pembelajaran termasuk kategori sangat layak dengan hasil oleh ahli materi sebesar 91.48%, mahasiswa sebesar 87.12%, dan oleh ahli media sebesar 69.5% yang termasuk dalam kategori layak.

C. Kerangka Berpikir

Perkembangan teknologi yang semakin cepat menuntut manusia untuk dapat berkembang mengikuti perkembangan yang terjadi. Penerapan Revolusi

Industri 4.0 yang semakin masif, menuntut seseorang untuk memiliki kompetensi yang berdaya saing tinggi. Salah satu penunjang sumber daya manusia yang memiliki kompetensi berdaya saing tinggi adalah dengan pendidikan *vocational* atau pendidikan kejuruan. Pendidikan kejuruan yang ideal yaitu melatih para peserta didiknya untuk dapat melakukan praktik secara langsung ataupun dengan *simulator*, salah satu bentuknya adalah *trainer*. Dengan menggunakan *trainer*, peserta didik akan lebih mudah memahami konsep materi dan dapat melakukan penerapan teori di lapangan, sehingga peserta didik mempunyai kompetensi yang berdaya saing tinggi. Namun, Program Studi Teknik Elektronika UNY masih belum maksimal dalam melaksanakan pembelajaran, dikarenakan belum adanya *trainer* di beberapa mata kuliah.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara terhadap mahasiswa yang mengambil mata kuliah Telemetri, ditemukan permasalahan sebagai berikut: (1) Pelaksanaan mata kuliah Telemetri masih belum maksimal jika dilihat dari target materi yang harus dicapai, (2) Belum adanya media pembelajaran berupa *Training Kit* yang mendukung pelaksanaan praktik pada mata kuliah Telemetri, (3) Diperlukan desain *Training Kit* yang menggunakan perangkat atau modul dengan teknologi yang mutakhir.

Berdasarkan uraian di atas dibuatlah kerangka berfikir yang mendasari dilakukannya penelitian pengembangan dengan judul “Pengembangan *Training Kit* Telemetri berbasis LoRa SX1278 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Telemetri di Program Studi Teknik Elektronika UNY”. Diagram alur kerangka berfikir penelitian yang akan dilaksanakan dapat dilihat pada gambar 25.



Gambar 25. Diagram Alur Kerangka Berfikir

D. Pertanyaan Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan penjabaran kerangka pikir tersebut di atas, dapat diambil kesimpulan melalui beberapa pertanyaan penelitian sebagai berikut:

1. Bagaimana desain *Training Kit* Telemetry berbasis LoRa SX1278 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Telemetry di Program Studi Teknik Elektronika UNY?

2. Bagaimana rancang bangun *Training Kit* Telemetry berbasis LoRa SX1278 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Telemetry di Program Studi Teknik Elektronika UNY?
3. Bagaimana unjuk kerja *Training Kit* Telemetry berbasis LoRa SX1278 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Telemetry di Program Studi Teknik Elektronika UNY?
4. Bagaimana uji kelayakan *Training Kit* Telemetry berbasis LoRa SX1278 sebagai Media Pembelajaran pada Mata Kuliah Telemetry di Program Studi Teknik Elektronika UNY?